CC BY NC SA

Koolitusmaterjal

Raido Puust, *MSc, PhD*

Autodesk InfraWorks – Bridge Design

Sissejuhatus

Kursuse eesmärgiks on õppida tundma silla ehituse disaini moodulit *InfraWorks Bridge Design*, et luua, redigeerida ning analüüsida olemasolevas *InfraWorks* mudelis silla objekte.

Eeldused

Kursus eelduseks on eelnev *InfraWorks (InfraWorks)* platvormi tundmine *InfraWorks* algkursuse tasemel. Soovitav on eelnevalt läbida ka *InfraWorks Roadway Design* kursus, kuna üldjuhul sellest moodulist me saame nii-öelda baassilla objekti, mida asume seejärel täpsustama. Soovitav on omada ka põhiteadmisi operatsioonisüsteemidest *Microsoft Windows 7*, *Windows 8* või *Windows 10*.

Koolitusmaterjal

Kursust toetavad erinevad näiteülesannete failid, mille abil saab iseseisvalt põhiprotseduurid uuesti läbi käia (kaasates eesti keelset konspekti). Koolitusmaterjalis on viidatud failinimele/projektile, mida konkreetne peatükk kasutab.

Sisujuht

Sissejuhatus 5

Inseneri perspektiivist lähtuv disain 5

Silla komponendid *Bridge Design* moodulis 5

Reeglitel põhinev silla disain 5

Silla stiil 6

Silla ehituslikud mahud 6

Bridge Design mooduli kasutajaliides 6

Silla parameetrid 6

Tööleht – Sissejuhatus *Roadway Design* moodulisse 7

Silla disain 8

Silla loomine 8

Tööleht – Silla loomine 9

Silla graafiline redigeerimine 10

Silla redigeerimine läbi objektipunktide 10

Tööleht – Silla graafiline redigeerimine 11

Bridge Design mooduli paletid 12

Bridge palett (üldised silla seaded) 12

Tööleht – Paleti *Bridge* kasutamine 13

Girder palett (sillatalad) 14

Tööleht – Paleti *Girder* kasutamine 16

Quantities palett (mahtude kokkuvõte) 17

Tööleht – Silla mahtude väljavõtt 18

Disain läbi *Properties* paleti 19

Silla plaadi (*deck*) ning padja (*bearing*) parameetrid 19

Silla tala grupi (*girder group*) parameetrid 19

Silla tala (*girder*) parameetrid 20

Toendi (*abutment*) parameetrid 21

Silla samba (*pier*) parameetrid 22

Silla samba vundamendi (*pier foundation*) parameetrid 23

Tööleht – Silla disain *Properties* paleti vahendusel 24

Silla stiilid 25

Disain lähtuvalt silla alusest ruumivajadusest 26

Tööleht – Silla disain lähtuvalt vaba ruumi vajadusest 27

Sissejuhatus

Autodesk Bridge Design on lisamoodul *InfraWorks* tarkvarale. Moodul annab lisavõimalusi disainimaks sildasid inseneri vaatenurgast (vastupidiselt lihtsale silla skitseerimisele, mis on kättesaadav *InfraWorks* baasversioonis). Tegemist on võimeka töövahendite grupiga, kes puutuvad kokku sõidutee disaininga ning ühtlasi soovivad ka esitada parameetriliselt funktsioneerivaid silla komponente.

Inseneri perspektiivist lähtuv disain

Baas *InfraWorks* tarkvaras on sild ennekõike mõeldud üldiseks visualiseerimiseks, näitamaks, et selles kohas on sild. Ehkki saad sa visuaalselt luua erinevaid sildasid, ei kaasata inseneritehnilisi parameetreid nende loomisel. *Bridge Design* mooduli kaudu tehtud sillad sisaldavad muuhulgas ka konstruktsioonilisi komponente, mis dimensioneeritakse lähtuvalt sildest (avast), tugede arvust jpm. Selle tarvis mõistagi endiselt eeldatakse üsna palju ja lõpp-tulemusena saadakse eelkavand. Samas saab neid arvesse võtta juba oluliste otsuste vastuvõtmisel (silla funktsioon, ehitus, maksumus).

Silla komponendid *Bridge Design* moodulis

Silla ehituslikust vaatenurgast on kättesaadavad järgmised komponendid:

- Silla plaat (*bridge deck*) – konstruktsiooni plaat, mis võtab vastu liikluskoormuse silla pealmises tasapinnas.
- Kandetala (*girder*) – kandetalad toetavad silla plaati ning on seega silla põhilised konstruktsiooni komponendid. *Bridge Design* moodulis on kahte tüüpi sildasid, need määravad ka, milliseid kandetala komponente kasutatakse: *Steel Plate* ning *Precast I*.
- Toend (*abutment*) – toendid pakuvad silla otspunktides nii vertikaalset- kui külgtuge. Tihtipeale võib seda ka vaadata lihtsalt tugiseinana, mis ei luba maapinnal vastavas punktis “laiali valguda“ ning suurem osa toendist võibki paikneda maapinna sees. Kandetalad toetuvad toenditele ning nende kahe vahel on nii-öelda sillapadi (*bearing*).
- Silla sammas (*pier*) – pikemad sillad kaasavad lisaks toenditele ka vahesambaid. Vahesambad võimaldavad kasutada väiksemaid kandetalasid.
- Sillapadi (*bearing*) – sillapatja kasutatakse kandetala ning toetuva pinna vahel. Selle näol on üldjuhul tegemist deformatsiooni lubava materjaliga, mis võtab vastu sillakonstruktsiooni nihkeid/vibratsioone.
- Silla samba vundament (*pier foundation*) – samba vundamendile toetuvad silla sambad, mis on omakorda betoonist plaatvaiadele.

Eelnimetatud komponentide parameetreid saab *Bridge Design* moodulis redigeerida, mis võimaldabki luua sildasid detailsusega, mis vastab kõikidele eeldisaini nõuetele. Tasub veelkord rõhutada, et selliselt paika pandud sild taotle lõplikku disaini ning annab vaid aluse detailisemaks disainiks.

Reeglitel põhinev silla disain

InfraWorks Bridge Design rakendab silla redigeerimise käigus ka automaatseid uuendusi, täpsustusi. Näiteks, kui silla sammaste arvu vähendada, siis korrigeeritakse ka kandetalade mõõtusid. Teiselt poolt kui näiteks silla sammast pöörata, siis võidakse vajada ka rohkem sillaposte. Need lisatakse tarkvara poolt automaatselt. Kuna paljud tegevused toimuvad automaatselt, siis kasutajaliidese mõttes on *Bridge Design* moodul väga lihtne.

Silla stiil

Aktiveerides *Bridge Design* mooduli, pääseb *InfraWorks* tarkvara ligi ka terve rea uutele silla stiilidele (*bridge style*). Silla stiil on oma ülesehituselt üks keerukamaid stiile *InfraWorks* tarkvaras, kuna see paneb paika iga eelnimetatud silla ehituskomponendi olemuse. Kui *InfraWorks* muudab silla esitust selle redigeerimise käigus, siis muutuvad ka silla stiilis osad parameetrid. Sestap võime silla stiilis paika pandud väärtuseid vaadata ka kui algseid väärtuseid.

Silla ehituslikud mahud

Bridge Design moodulis on võimalus kasutada ka silla mahtude analüüsi töövahendit. Selle abil saame ligikaudse betooni ning terase koguse, mis sillaehituseks vajatakse. Need mahud uuenevad reaalajas kui silda redigeeritakse.

Bridge Design mooduli kasutajaliides

Kasutajaliidese mõistes on *Bridge Design* mooduli kasutamine väga lihtne. Lisatöövahendid on koondatud *Bridge Design: Design* ning *Review* nupupaanide alla (sinised ikoonid alloleval pildil).

Design nupu alt leiab töövahendid *Precast I Girder Bridge* ning *Steel Plate Girder Bridge*. Esimene kaasab kandetalana betoonelemente ning teine terastalasid.

- *Review* nupu alt leiab osaliselt *InfraWorks* baasfunktsionaalsust ning lisaks ka töövahendi *Profile View*, mis tegelikult tuleneb *Roadway Design* moodulist ning võimaldab redigeerida sõidutee profiili.
- *Bridge Design* moodul tutvustab ka mõningaid uusi palette (*asset card*): *Bridge, Girder Group, Quantities*.

Parema kliki alt pääsed samuti ligi osadele uutele töövahenditele nagu *Add Bridge* ning *Quantities*.

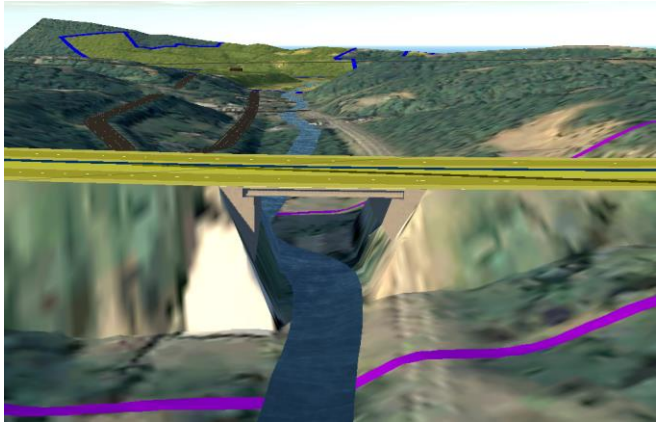
Silla parameetrid

Silla parameetrid on jagatud komponentide põhiselt, kuna vastasel juhul oleks neid liialt palju, mida hallata. Sul on seega võimalus valida silla komponent ja vaadata just selle parameetreid eraldiseisvalt. Osad parameetrid on informatiivse sisuga ning neid ei saa muuta.

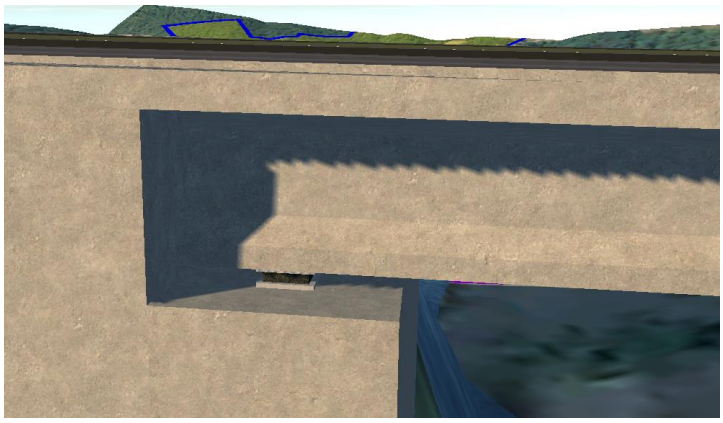
Tööleht – Sissejuhatus *Roadway Design* moodulisse

Antud iseseisva töö eesmärk on põgusalt tutvust teha *Bridge Design* mooduli olemusega.

1) Ava failKäivita Autodesk InfraWorks. Vajadusel logi sisse.
2) Mudeli avamiseks kliki plussikoonil (paremas servas) ning vali *Open*.
3) Ava projekt *BD01/01 Bimsville Bridges.sqlite.*
4) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_1_1*.
5) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Bridge 1 Plan.*
6) Pane tähele, et kuvatavas vaates ristub planeeritav sõiduteekoridor jõega.
7) Vali ülemise osa sõidutee serv, kuvatakse ka *Road* palett. Tee parem klikk ning vali *Edit*.
8) Vali lilla *gizmo* kuubik ning tiri see üle jõe rohelisse nööpnõela asukohta. Sõiduteed pikendatakse ning see ulatub üle jõe. Samas ei näe sa pealtvaates, et automaatselt loodi ka sild.
9) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Bridge 1*.
10) Nüüd peaksid nägema, et loodi ka väikene sild üle jõe.



11) Vali sild vahetult jõe kohalt. Kuvatakse *Bridge* palett. Sild esitatakse kahe silindrilise *gizmo* objektipunktiga.
12) Vali sillatala komponent (*girder*). Kuvatakse palett *Girder Group*. Sillatala kuvatakse kollasena.
13) Vali üks toenditest (*abutment*), parem klikk ning *Properties*. Kuvatakse info toendi kohta.
14) Vali järjehoidja *Bearing*. Pane tähele silla ehituslikku detailsust.



Silla disain

Autodesk Bridge Design võimaldab ühelt poolt paika panna silla esialgse disaini ning seejärel alustada selle graafilise redigeerimisega ja/või läbi palettide. Silla ehitusliku kriteeriumina saab defineerida ka vaba ruumi vajaduse silla all.

Silla loomine

Silla loomine on *Bridge* Design moodulis üks lihtsamaid tegevusi. Mooduli aktiveerimisel luuakse sild automaatselt kui sa ületad jõge või on sõidutee loomisel märgitud maksimaalse täite kõrgustevahe ületatud. Esmalt vaatame aga lähemalt silla käsitsi loomist.

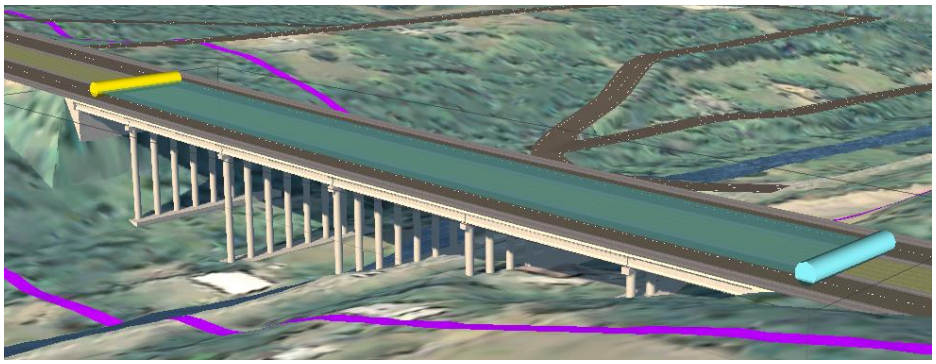
Silla loomist võima alustada kahte moodi. Esmalt läbi *Bridge Design* > *Design* töövahendite nign teise meetodina võid valida sõidutee, seejärel parem klikk ning valik *Add Bridge*. Seejärel küsitakse sinu käest silla algus- ning lõpppunkti. Kuvatakse silindrilised *gizmo* objektid, mis tähistavad silla algust ning lõppu (kollane algust ning sinine lõppu). Punkte võid valida mudelis või siis sisestada vastavad väärtused piketaažina, pikkusena. Peale punktide määramist kuvatakse uus sild, mida saad näiteks *Bridge* paleti kaudu hakata redigeerima.

Tööleht – Silla loomine

Antud iseseisva töö eesmärk on lisada sild teatud sõidutee osale.

1) Ava projekt *BD02/02 Bimsville Bridges.sqlite.*
2) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_2_1*.
3) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Bridge 1*.
4) Vali jõge ületav sõidutee. Veendu, et oled *Edit* režiimis.
5) Vali *Bridge Design > Design > Precast I Girder Bridge*.
6) Vali kaks punkti ligikaudu samades punktides, kus ka hetkel kuvatavad silindrilised *gizmo* objektid.

7) Peale mõningast pausi luuakse uus sild. Sa oleks võinud väärtused paika panna ka piketaažide järgi. Samas tasub meenutada, et hiljem saad oma silda nii ehk naa redigeerida ja täpsustada. Lõpptulemus on näha ka ettepanekus: *Ex_2_1_End*.



Silla graafiline redigeerimine

Silla graafiliseks redigeerimiseks valid sa esmalt silla komponendi. Silla saad valida kahte moodi. Võid valida esmalt sõidutee silla asukohas, kuvatakse palett *Road* ning seejärel teed teise kliki ning valitakse sild ning *Bridge* palett. Pane tähele, et see ei ole topelt-klikk, vaid kaks eraldiseisvat klikki. Teise võimalusena piisab ühest klikist ja sa valid lihtsalt mõne silla komponendi. Peale silla valimist võid valida mõne selle komponendi. Tasub tähelepanu juhtida, et kandetalad ning sambad esitatakse gruppides.

Silla redigeerimine läbi objektipunktide

Silla algust ning lõppu saad redigeerida läbi piketaažide. Selleks valid silla esimeses astmes. Sulle kuvatakse *gizmo* objektid ning võid nende kaudu silda redigeerida.

Silla samba asukohta saab seevastu redigeerida läbi lilla *gizmo* objekti (vaid silla sihis liikumine on lubatud). Ehkki see objektipunkt ei muuda iseseisvalt samba kõrgust võib see siiski uue asukoha tõttu muutuda.

Samba asukoha võid valida ka piketaaži sisestamise läbi.

Silla sammast saab ka pöörata, et see paremini joonduks näiteks alt läbi voolava jõega või lihtsalt vältimaks muud takistust. Pane aga tähele, et kui pöörad silla sammast, siis võib selle tagajärjel muutuda ka nende arv. Samuti muutuvad talade asukohad (toetuspunktid).

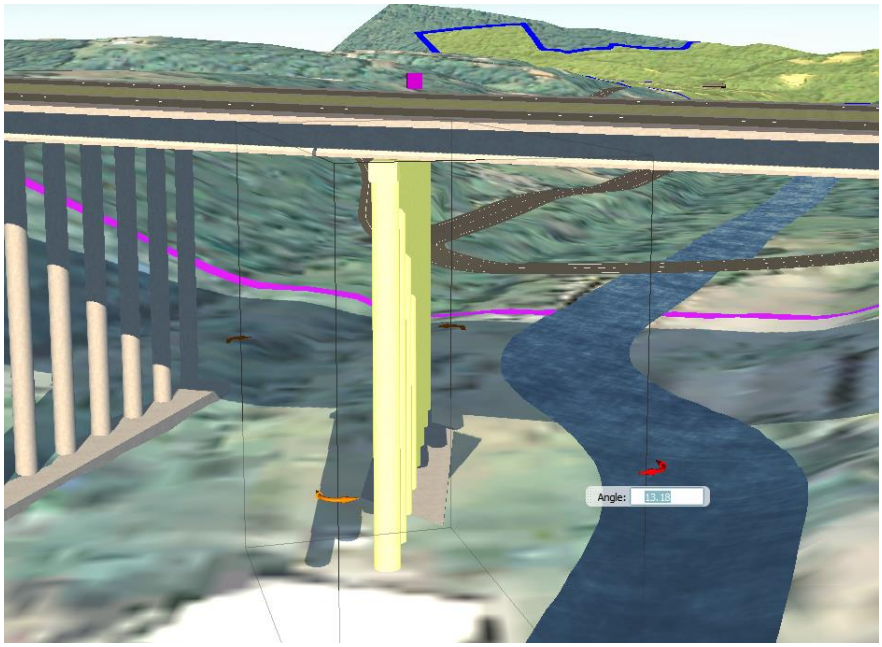
Silla samba kustutamiseks saad selle lihtsalt *Delete* klahvi abil eemaldada. *InfraWorks* arvutab põhikonstruktsiooni seejärel ümber ning osade komponentide ristlõiked võivad seeläbi suureneda.

Toendit saab samuti ümber orienteerida/pöörata. Tihtipeale me joondame selle jõe kalda, alt läbi mineva sõidutee või raudtee serva järgi.

Tööleht – Silla graafiline redigeerimine

Antud iseseisva töö eesmärk on proovida erinevaid silla graafilise redigeerimise võtteid.

1) Ava projekt *BD02/02 Bimsville Bridges.sqlite.*
2) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_2_2*.
3) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Bridge 1*.
4) Vali jõge ületav sõidutee. Seejärel uuesti sama sõidutee, valitakse sild. Kuvatakse silindrised *gizmo* objektid.
5) Vali kollane silindriline *gizmo* ning sisesta kasti ***230***. Vajuta *Enter*. Silda kergelt kohendatakse. Üldiselt on soovitav kasutada ümmargusi numbreid kui disaini loome.
6) Vali sinine silindriline *gizmo* ning sisesta kasti ***475***. Taas kohendatakse silda.
7) Vali järjehoidja *Bridge 1 Pier*. Vali talade grupp, mis külgneb jõega. Sulle kuvatakse lilla kuubi kujuline *gizmo*. Vali see objektipunkt ning sisesta ***130***. Vajuta *Enter*.
8) Pööra talade gruppi veidi vastupäeva nii nagu näha alloleval pildil.



9) Talade grupp on endiselt valitud, vajuta nüüd *Delete* klahvi. Talade grupp kustutatakse silla konstruktsioonist.
10) Vali *Utility Bar > Undo*, et viimane tegevus tagasi võtta.
11) Lõpp-tulemus on näha ka ettepanekus *Ex_2_2_End*.

Bridge Design mooduli paletid

Oleme ka varasemalt tähelepanu juhtinud, et *InfraWorks* pakub redigeerimist ka läbi erinevate palettide (*asset cards*). *Bridge Design* moodul tutvustab veel kuute lisa paletti, üks üldine *Bridge* palett, 4 kandetala (*girder*) paletti ning üks mahtude (*quantities*) palett.

Bridge palett (üldised silla seaded)

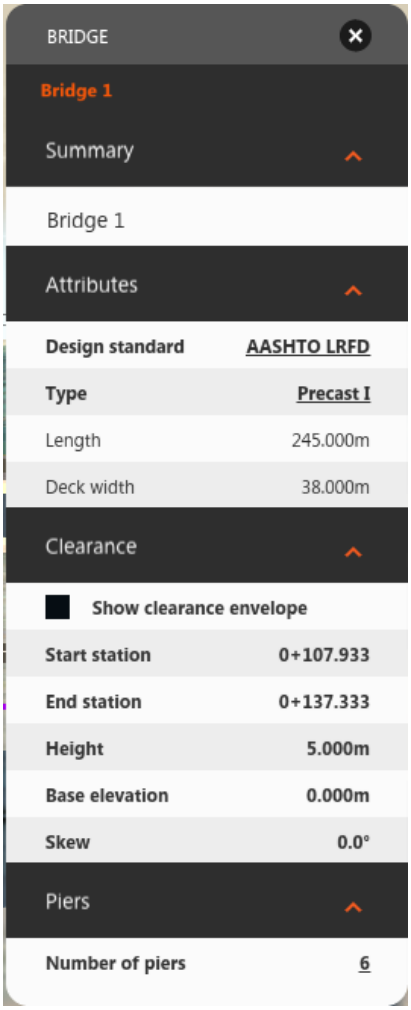
Tegemist on nii-öelda silla kohta käiva põhiinfo paletiga. Sellelt leiab sektsioonid *Summary*, *Attributes*, *Clearance* ning *Piers*.

Summary – sisaldab lihtsal silla nimetust, mida saab muuta.

Attributes – *Length* (silla pikkus, mida ei saa otse redigeerida), *Deck Width* (valitakse automaatselt lähtuval sõidutee stiilist, seda ei saa siin muuta), *Type* (*Precast I* või *Steel Plate*, saab ümber valida siin samal paletil).

Clearance – määrab silla aluse vaba ruumi olemasolu.

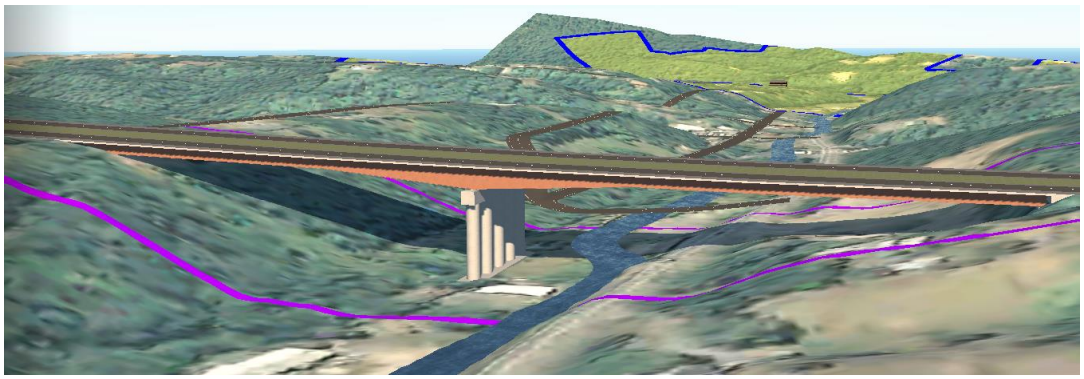
Piers – määrad sillasammaste arvu ühes grupis, saab muuta siin paletil.



Tööleht – Paleti *Bridge* kasutamine

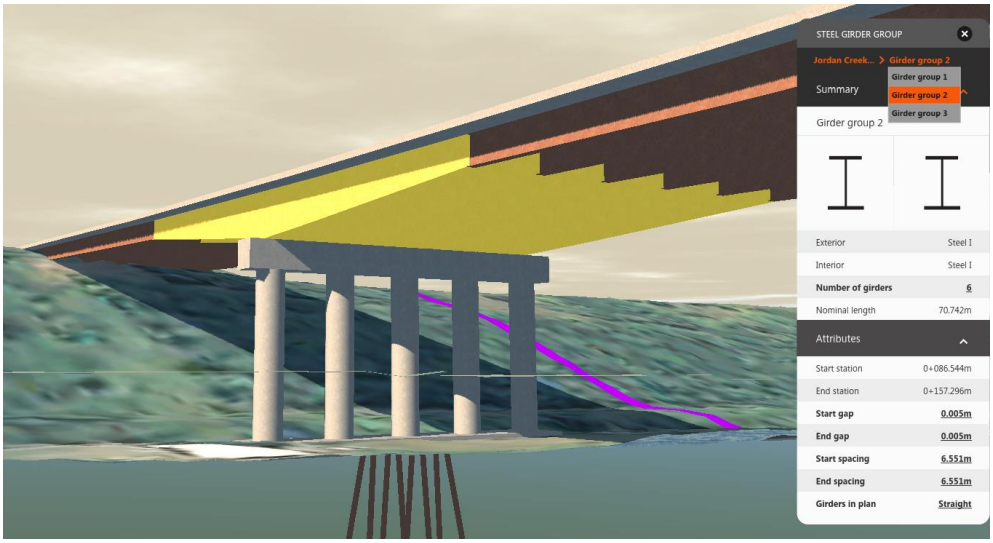
Antud iseseisva töö eesmärk on silda redigeerida läbi *Bridge* paleti.

1) Ava projekt *BD02/02 Bimsville Bridges.sqlite.*
2) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_2_3*.
3) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Bridge1 Pier*.
4) Vali vaatesse jääv sild. Kuvatakse palett *Bridge*.
5) Sektsioonis *Summary* muuda ära silla nimetus, näiteks *Jordan Creek Crossing*. Vajuta *Enter*.
6) *Attributes* sektsioonis, vali *Type = Steel Plate*.
7) Mõne hetke pärast silla talade esitus muutub, et esitada neid terastaladena. Tegelikult uuendatakse kogu silda.
8) *Piers* sektsioonis sisesta *Number of piers = 1*. Vajuta *Enter*.
9) Silla kuva muutub taas. Pane tähele kandetalade erinevat ristlõiget.
10) Lõpptulemus on näha ka ettepanekus *Ex_2_3_End*.



Girder palett (sillatalad)

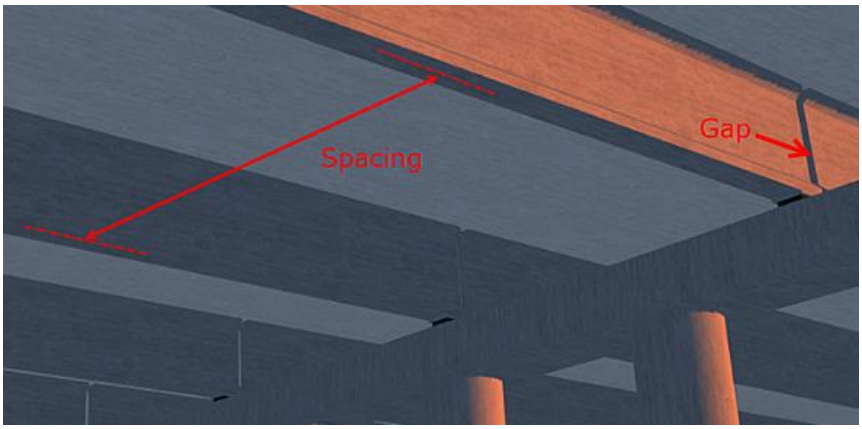
Sillatalad on ühed olulisemad komponendid silla disaini juures. Enamus sillatala parameetreid on redigeeritavad *Girder* paletil. Sillatala palette on aga erinevaid. Kui sild on valitud ning valid seejärel sillatala, kuvatakse *Girder Group* palett. Sillatala grupp (girder group) on sillatalad, mis on jaotatud üle silla laiuse vasakult paremale. Selles grupis on kaks välimist sillatala ning mistahes arv sisemisi sillatalasid. Üks sild võib olla loodud aga mitmest sillatala grupist (alloleval pildil on neid 3).



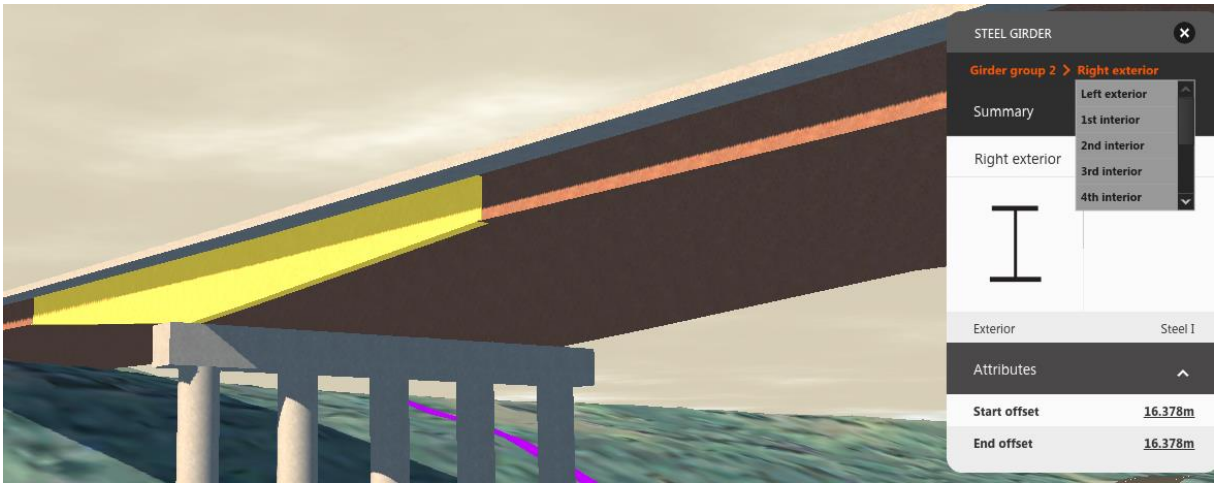
Sillatalade gruppi saad valida *Girder Group* ülaosast.

Summary – sillatalade üldised seaded nagu: *Name* (sillatalade grupi nimetus, saab muuta), talade ristlõike pisipildid (nende peal saab klikkida aga käsitleme mõnevõrra hiljem), *Exterior* (välimiste sillatalade komponent, saab muuta betoontalade korral), *Interior* (sisemiste sillatalade komponent, saab muuta betoontalade korral), *Number of girders* (talade arv, mida saab muuta), *Nominal length* (esitab telgjoonel oleva sillatala pikkuse, kuna kaarja silla puhul võivad talade pikkused üksteisest erineda, seda väärtust ei saa muuta).

Attributes – siin saab vaadata ning muuta sillatalade üldiseid parameetreid nagu: *Start/End station* (piketaaži algus/lõpp, ei saa muuta), *Start/End gap* (toendile toetuvate talade ning sellele järgnevate talade montaaživahe pikisuunal), *Start/End spacing* (talade telgjoonte vaheline kaugus kõrvuti asetsevate talade lõikes), *Girders in plan* (vaid terastaladega sillale, saab määrata, kas talad on sirged või järgivad sõidutee telgjoont).



Juhul kui *Girder Group* palett on avatud ja sa klikid talal, siis kuvatakse kas *Steel Girder* või *Concrete Girder* palett ja seda sõltuvalt tala tüübist.

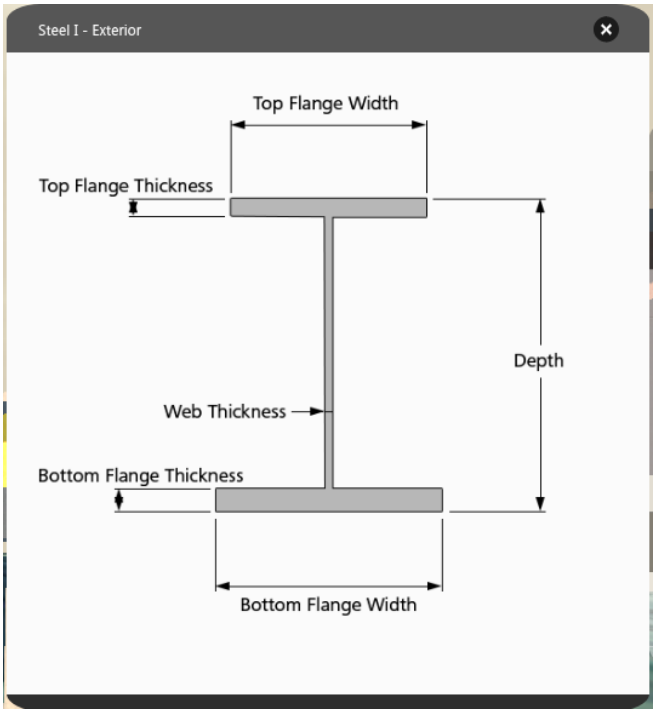


Avaneva paleti ülaosas saad jällegi valida sillatala selles konkreetses grupis.

Summary – üldised seaded nagu tala nimetus *Name* (saab muuta), tala ristlõike pilt (kuvab lisa paleti, vaatame veidi hiljem), *Exterior/Interior* (sõltub, millise tala valisid, betoontalade korral on võimalik seda muuta).

Attributes – *Start/End ofset* (saad muuta tala paigutust sõidutee telgjoone suhtes, ei pea olema paralleelne ehk siis algus ja lõpp võivad erineda, muutes seda väärtust, muutuvad ka toendist lähtuvate talade paigutused). Nende parameetrite kaudu saab seega üsna täpselt iga tala paigutust muuta.

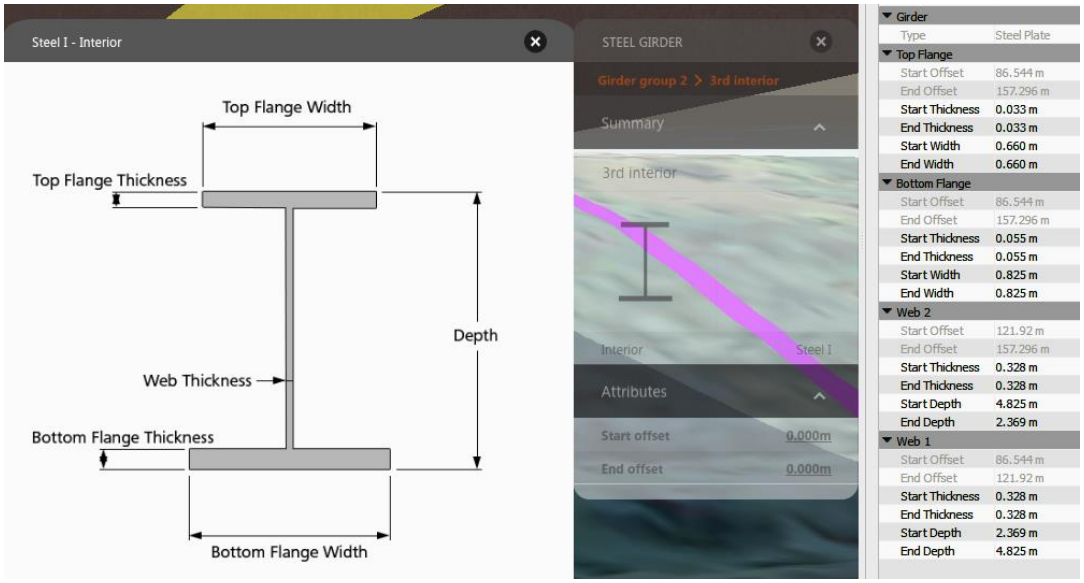
Juhul kui klikid ühel *Exterior/Interior* tala pildil, kuvatakse lisa palett, mis esitab tala ristlõike.



Tööleht – Paleti *Girder* kasutamine

Antud iseseisva töö eesmärk on proovida silda redigeerida läbi *Girder* paleti.

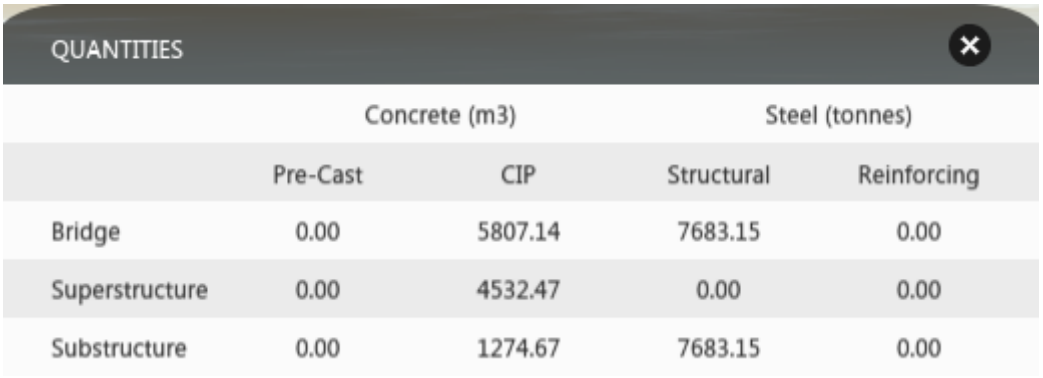
1) Ava projekt *BD02/02 Bimsville Bridges.sqlite.*
2) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_2_4.*
3) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Jordan Creek Crossing Girders.*
4) Vali sild, kuvatakse *Bridge* palett. Vali seejärel üks taladest, mis toetub postidele. Kuvatakse *Girder Group* palett.
5) Sektsioonis *Summary* nimeta see grupp kui *Midspan Girders*.
6) Sisesta *Number of girders = 7*.
7) Mõne hetke pärast on nüüd seitse tala valitud grupis.
8) Sektsioonis *Attributes*, sisesta *Start Spacing = 5.5* ning vajuta *Enter*. Tee seda sama ka *End Spacing* väärtusega.
9) Vali silla keskel olev tala. Kuvatakse *Steel Girder* palett.
10) Kliki ristlõiget esitaval pildil. Pane tähele, kuidas pildil esitatud mõõdud on vastavuses *Properties* paletil olevate väärtustega.



11) Sulge *Steel I – Interior* pilt.
12) Pane tähele, et selle tala *Start/End offset* on mõlemad nullid, kuna see tala paikneb sõidutee telgjoonel. Sisesta aga uuteks väärtusteks ***-2***. Vajuta *Enter* peale väärtuse sisestamist. See nihutab tala 2 meetrit vasakule (hetke vaates küll paremale aga piketaaži tähenduses vasakule).
13) Vali järjehoidja *Grinder Shift*. Pane tähele, et keskmine tala on veidi paindes ning sellega vastakuti olevad talad on otsakuti.
14) Lõpetatud näide on leitav ka ettepanekuna *Ex_2_4_End*.

Quantities palett (mahtude kokkuvõte)

Palett *Quantities* esitab betoonelemendi (*pre-case concrete*), monoliitbetooni (*cast-in-place concrete*), terase (*structural steel*) ning armatuurterase (*reinforcing steel*) kogused. Esimesel real kuvatakse kogumahud terve silla osas, seejärel, teine ning kolmas rida kuvab info vastavalt pealisehituse (*superstructure*) ning alusehitise (*substrcture*) mahtude kohta.



	Concrete (m3)		Steel (tonnes)	
	Pre-Cast	CIP	Structural	Reinforcing
Bridge	0.00	5807.14	7683.15	0.00
Superstructure	0.00	4532.47	0.00	0.00
Substructure	0.00	1274.67	7683.15	0.00

Pane tähele, et eelneval pildil on *pre-cast* veerus nullid, kuna tegemist on terastaladel oleva silla mahtudega. *Quantities* palett võib jääda kogu muudatuste tegemise vältel avatuks ning see uueneb jooksvalt muudatuste tegemise käigus.

Tööleht – Silla mahtude väljavõtt

Antud iseseisva töö eesmärk on leida silla mahud erinevate arvu silla sammaste korral.

1) Ava projekt *BD02/02 Bimsville Bridges.sqlite.*
2) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_2_5*.
3) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Jordan Creek Crossing*.
4) Vali sild, kuvatakse *Bridge* palett. Sild on endiselt valitud, parem klikk ning *Quantities*. Kuvatakse *Quantities* palett. Pane tähele *CIP* (*cast-in-place*) veerus olevat esimese rea väärtust, ca 4050 m^3.
5) *Bridge* paletil, muuda *Number of Piers = **2***.
6) Peale mõningast pausi uuendatakse silda ning ka *Quantities* paletil olevaid väärtuseid. Uus *CIP* kogus on ca 5200 m^3. Seega suurens betooni kogus ca 1150 m^3, mis on vajalik lisa sillapostide valamiseks.
7) Muuda sillapostide väärtus uuesti ühe peale.
8) Lõpptulemus on ka näha ettepanekus: *Ex_2_5_End*.

Disain läbi *Properties* paleti

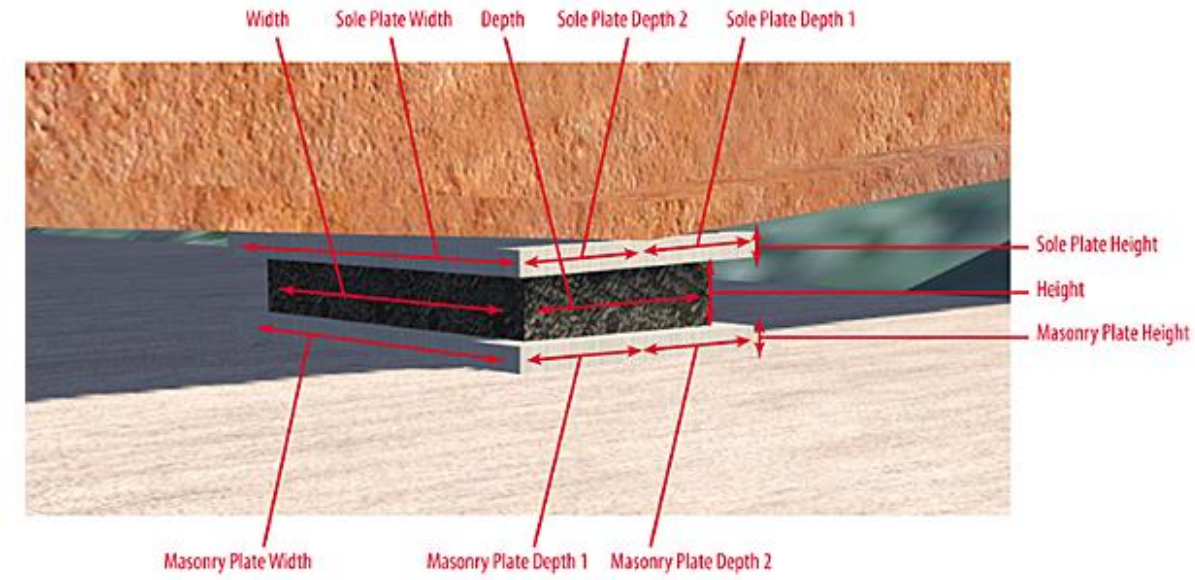
Olles põhi silla kompositsiooni paika pannud (talade arvu, sillapostide arvu) saad alustada detailsemate seadete paika panemist. Endiselt saad seda teha komponendi põhiselt, kuid nüüd pöörame põhitähelepanu *Properties* paletile. Kui sa valid silla ja teed parema kliki, saad valida *Properties* (nii nagu ka teiste *InfraWorks* objektidega). Vastava nupu leiad ka *Bridge Design* > *Review* nupupaani alt.

Silla plaadi (*deck*) ning padja (*bearing*) parameetrid

Kui sa valid silla plaadi, siis kuvatakse sulle kaks olulist sektsiooni *Properties* paletil: *Deck* ning *Bearing*.

Deck – siit leiad parameetri *AutoGenerated*, mis mõjutab seda, kas sild luuakse automaatselt kui sõidutee ületab jõge/veekogu. Oletame, et oled silla juba paika pannud ning nihutad sõidute telgjoont selliselt, et see ei ületa enam jõge. Kui *AutoGenerated* = *true*, siis sild kaob automaatselt. Teisel juhul aga pead sa selle ise ära kustutaama. *AutoGenerated* on vaikimisi seatud *false* väärtusele kui kasutad silla lisamise intelligentseid töövahendeid. *Thickness* määrab aga silla betoonplaadi paksuse.

Bearing – siin sektsioonis saad määrata terve rea erinevaid silla padja parameetreid.



Silla tala grupi (*girder group*) parameetrid

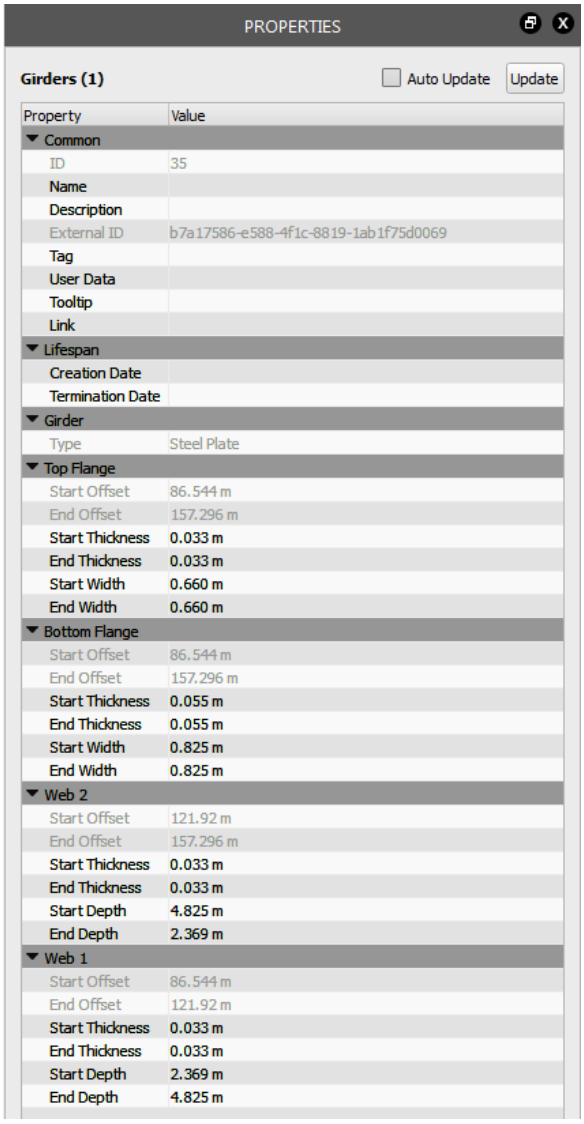
Kui sa valid silla tala grupi, kuvatakse sulle kolm sektsiooni parameetreid: *Girder Group*, *Exterior Girder Dimensions*, *Interior Girder Dimensions*. *Exterior/Interior Girder Dimensions* on samaväärsed, kui üks siis mõjutab välimisi silla talasid ning teine sisemisi silla talasid. *Girder Group* sektsioonis näed sa küll tüübi parameetrid aga ei saa seda siin muuta. Terastala korral saad parameetreid (*Exterior/Interior Girder* sektsioonides) muuta paari kaupa, seega silla tala alguses ning lõpus võivad parameetrid väärtused olla erinevad. Redigeerides neid parameetreid, rakendatakse muudatused kogu vastava tala grupi taladele.

Silla tala (*girder*) parameetrid

Juhul kui aga soovid silla tala eraldiseisvalt redigeerida, siis grupi valikus tee veel grupi peal üks klikk ning valitakse üks selle grupi taladest. Saad seejärel ümber valida, millise tala parameetreid selles grupis soovid redigeerida. *Properties* palett kuvab aga sektsioonid *Girder*, *Top Flange*, *Bottom Flange* ning *Web*.

Girder – informatiivse sisuga, mis kuvab tüübi parameetri.

Top Flange, *Web*, *Bottom Flange* – esitavad I-tala sektsiooni ning sul on taas võimalik redigeerida tala algust ning lõppu erinevalt. *Start/End Offset* väärtuseid *Properties* paletil redigeerida ei saa.



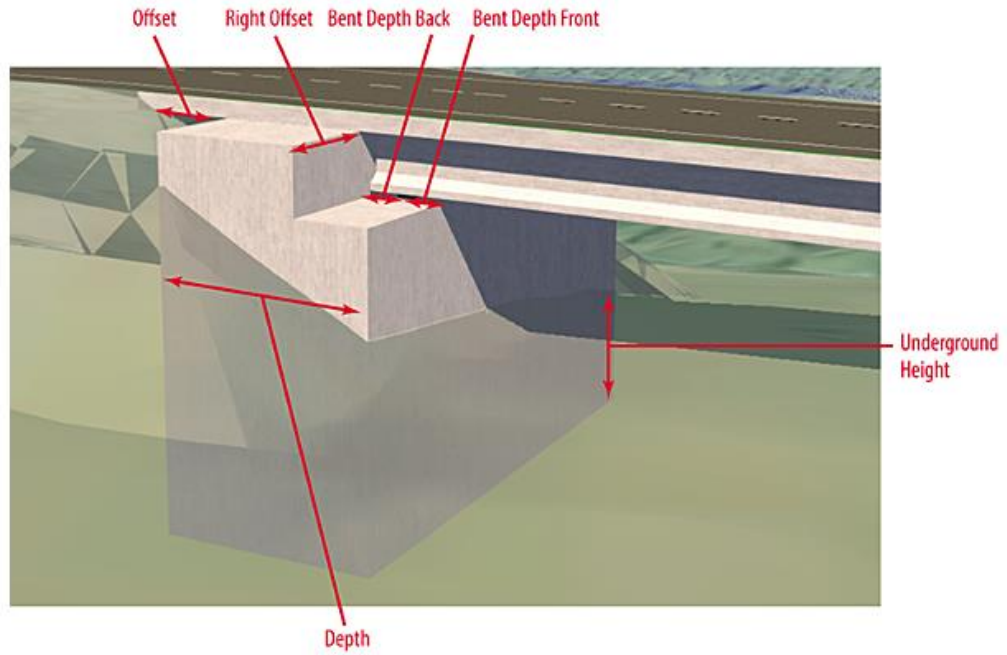
Toendi (*abutment*) parameetrid

Kui valid aga toendi, siis kuvatakse just sellele komponendile iseloomulikke parameetreid ka *Properties* paletil. Juhul kui klikid toendil vaid ühe korra, redigeerid just nimelt seda toendit. Kui aga teed veel ühe kliki, valitakse mõlemad toendid ning *Properties* paletil tehtud valikud, muudatused rakendatakse mõlemale toendile.

Abutments	
Offset	0.0 m
Left Offset	0.0 m
Right Offset	0.0 m
Underground Height	5.0 m
Depth	4.0 m
Bent Depth Back	1.0 m
Bent Depth Front	1.0 m
Bridge Start	false

Offset – määrab nihke ava suhtes. Näiteks kui silla all on 30 m ava ning sina sisestad nihkena (*offset*) 3 meetrit igale toendile, siis avast jääb järgi 30 – 3 – 3 = 24 m. Seda väärtust saad muuhulgas kasutada olukorras, kus sa ei soovi muuta silla algus/lõpppunkti aga soovid kontrollida silla talade asetust. Lisaks saad sellega mõjutada toendi nähtavust.

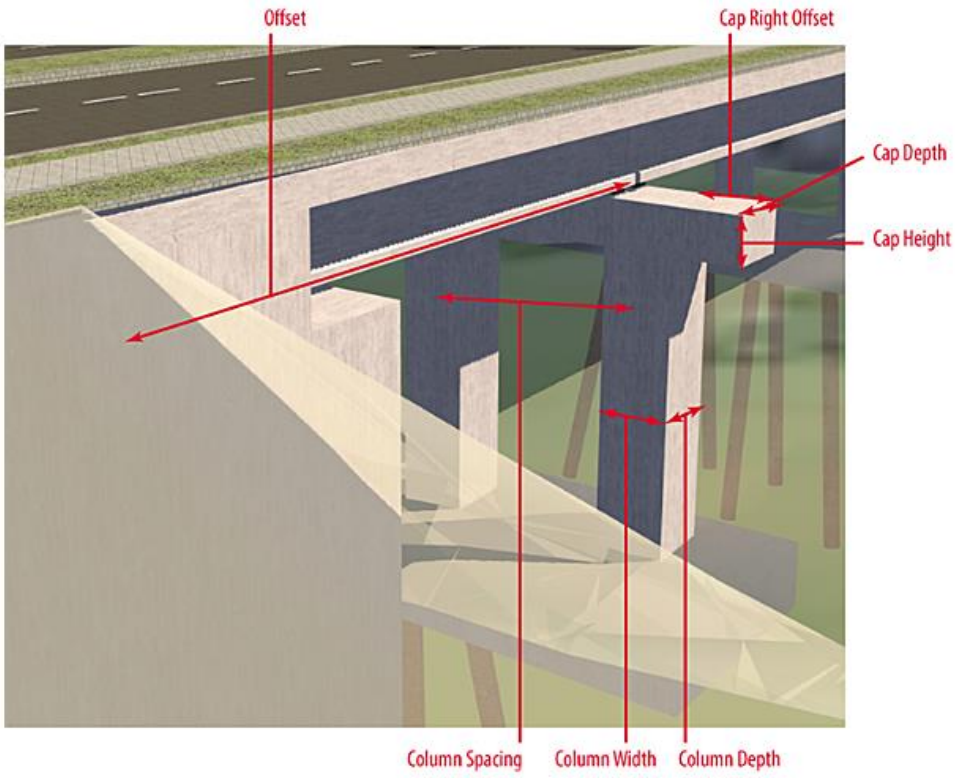
Left/Right Offset – mõjutavad toendi laiust. *Underground Height* – maaalla jääva toendi osa kõrgus. *Depth* – toendi esikülje ning tagakülje vahekaugus. *Bent Depth Back* – süvistatud ala, kus paiknevad silla padjad, seega näitab see väärtus padja serva ning süvistatud ala tagumist vahekaugust. *Bent Depth Front* – süvistatud alal olev vahekaugus silla padja esiserva ning toendi esiserva vahel. *Bridge Start* – informatiivne väärtus, märkides, kas valitud toend on silla alguses või mitte.



Silla samba (*pier*) parameetrid

Valides silla samba, kuvab *Properties* palett selle parameetrid. Teistkordsel valimisel valitakse kõik silla sambad ning saad neid redigeerida korraga läbi *Properties* paleti.

Piers	
Offset	121.92 m
Cap Left Offset	0.0 m
Cap Right Offset	0.0 m
Cap Height	3.0 m
Cap Depth	3.0 m
Column Spacing	8.0 m
Column Width	3.0 m
Column Depth	3.0 m
Round Columns	true



Offset – vahemaa silla algusest silla sambani. *Cap Left/Right Offset* – silla plaadi suhtes väljapoole ulatuv laius. *Cap Height* – risttala kõrgus. *Cap Depth* – risttala laius. *Column Spacing* – silla postide vaheline kaugus. *Column Width* – ühe samba ulatus. *Column Depth* – ühe samba laius. *Round Columns* – kui jätta seadele *true*, siis postid on kas ümarad või elliptilised ning kui väärtus on *false*, siis nelinurksed või ristkülilkulised.

Silla samba vundamendi (*pier foundation*) parameetrid

Silla samba vundamendi parameetrid on jagatud kaheks sektsiooniks: *Pier Foundations* (tugiplaat) ning *Piles* (vaiad).

PierFoundations	
Shape	Rectangular
Depth	1.5 m
Width	38.0 m
Length	6.0 m
Height Above Ground	0.25 m
Lateral Offset From Pier	0.0 m
Longitudinal Offset From Pier	0.0 m
Piles	
Pile Type	Steel
Pile Diameter	0.6 m
Pile Wall Thickness	0.02 m
Pile Depth	10.0 m
Pile Number Longitudinal Rows	2
Pile Count Per Row	4
Pile Longitudinal Spacing	2.0 m
Pile Lateral Spacing	3.0 m
Pile Batter	8

Pier Foundation – *Shape* (hetkel valitav vaid ristkülikuline), *Depth* (ülemise ja alumise tasapinna vahemaa), *Width* (vasaku ja parema serva vaheline kaugus), *Length* (esi ja tagakülje vaheline kaugus), *Heigth Above Ground* (üleval pool maapinda oleva osa kõrgus, sõidutee telgjoonest vaadatuna), *Lateral Offset from Pier* (nihutab tugiplaati paremale kui positiivne väärtus ning vasakule kui negatiivne väärtus, postide asukohad ei muutu), *Longitudinal Offset from Pier* (nihutab tugiplaati ettepoole kui positiivne väärtus, tahapoole kui negatiivne väärtus, postide asukohad ei muutu).

Piles – *Pile Type* (valida saab *Steel*, *Steel H* või *Concrete*), *Pile Diameter* (betoon ning terasvaiade puhul välisläbimõõt, *H* vaia korral aga kõrgus), *Pile Wall Thickness* (terasvaiade korral teratoru seina paksus, *H* vaiade korral terasplaatide paksus, mis moodustavad H kuju, betoonvaiasid see väärtus ei mõjuta), *Pile Depth* (tugiplaadi ning vaia otsa vaheline kaugus), *Pile Number Longitudinal Rows* (vaiad jaotatakse ridadena, vasakult paremale, täisarvuga saab määrata ridade arvu), *Pile Count Per Row* (vaiade arv ühes reas), *Pile Longitudinal Spacing* (ühes reas olevate vaiade vahekaugus), *Pile Lateral Spacing* (vaiade ridade vaheline kaugus), *Pile Batter* (nurk, mille all vai siseneb maapinda, nullväärtus tähendab otse alla).

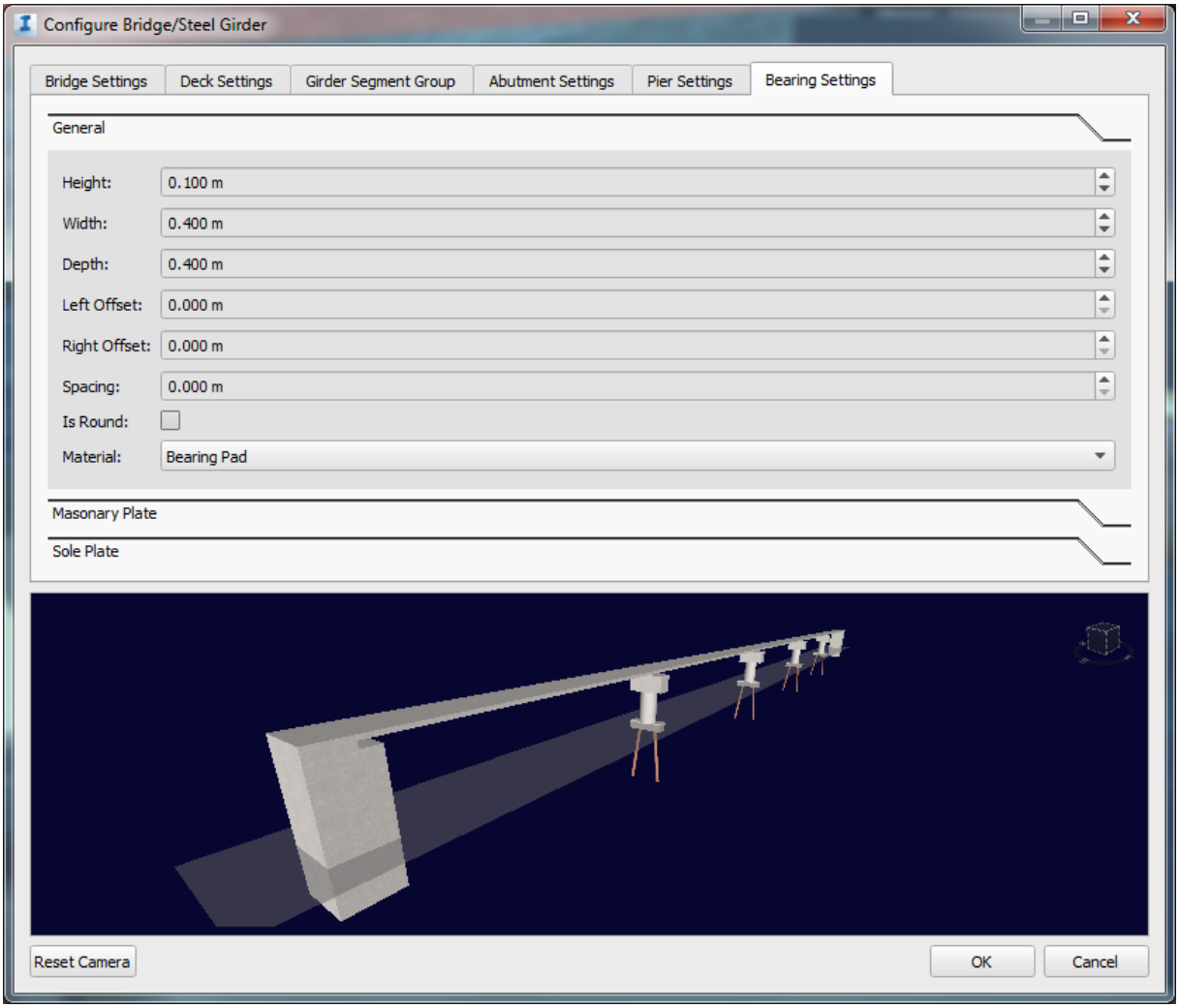
Tööleht – Silla disain *Properties* paleti vahendusel

Antud iseseisva töö eesmärk on silda redigeerida läbi *Properties* paleti.

1) Ava projekt *BD02/02 Bimsville Bridges.sqlite.*
2) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_2_6.*
3) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Bearing.* Tegemist on üsna lähivaatega silla padjale.
4) Vali sild.
5) Vali *Bridge Design > Review > Properties*.
6) Vali kastike *Properties* paleti ülaosas, *Auto Update*.
7) Sisesta *Height* = **0.15**. Vajuta *Enter*.
8) Pane hoolikalt tähele silla patjasid. Hetke pärast peaksid nägema, et silla padjad on veidi paksemad ning vahemaa silla tala ning samba vahel suurem.
9) Vali nüüd silla tala, mis toetub vaates olevale silla padjale. Pane tähele erinevaid parameetreid *Properties* paletil.
10) Vali uuesti sama tala. Nüüd on valitud üksik tala ning *Properties* paleti sisu veidi muutub. Pane tähele parameetreid aga ära muuda neid.
11) Vali järjehoidja *Abutment*.
12) Vali *Bridge Design > Review > Surface Opacity*, sa peaksid nägema nüüd ka maapinna sisse ning panema tähele, et osa toendist on maapinna all.
13) Vali toendi maapinnal olev osa.
14) *Properties* paletil sisesta *Offset* = **7.5** ning vajuta *Enter*. See nihutab toendit silla lõpp-punktist jõele lähemale. Kuna maapind on selles osas madalam, siis on ka silla patjade toetuspind paremini näha.
15) Sisesta *Left Offset = Right Offset* = **2**. Oletame, et tulevikus plaanitakse ka kõnnitee lisada, sestap teeme toendid laiemad.
16) Vali nüüd järjehoidja *Pier*.
17) Vali silla sammas ning seejärel *Properties* paletil: *Cap Left Offset = Cap Right Offset* = **2**. Ehk siis teeme ka samba risttala laiemaks.
18) Vali nüüd järjehoidja *Piles*. Sa vaatad vaiasid maa alt. Juhul kui *InfraWorks* tarkvaras ei õnnestu sul minna maa alla, siis *Application Options > Navigation > Lock Mouse Navigation Above Ground* (eemalda linnuke).
19) Vali vaiad ning pöörame tähelepanu *Properties* paletile. Oletame, et pinnase omadused on siin kehvapoolsed, seega on vaja laiemat tugiplaati ning ka rohkem vaiasid.
20) Sektsioonis *Pier Foundation: Length*= **15**. Vajuta *Enter*.
21) Sektsioonis *Piles:*
    - *Pile Type = Steel H.*
    - *Pile Number Longitudinal Rows = 4.*
    - *Pile Cound Per Row = 8.*
22) Sa suurendasid oluliselt alusplaadi mõõtusid ning ka vaiade arvu.
23) Lõpptulemus on näha ka ettepanekus: *Ex_2_6_End*.

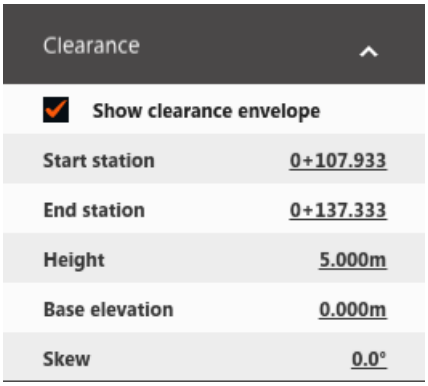
Silla stiilid

Olles eelnevalt vaadanud erinevate silla komponentide parameetreid, saame tüüplahendusi koondada silla stiili alla. Silla stiili näol on tegemist olulise aja kokkuhoiuga kui soovime mingit tüüplahendust kasutada. Stiili rakendamiseks piisab kui tirida see stiili aknast silla serva peale, kõiki väärtuseid uuendatakse automaatselt.



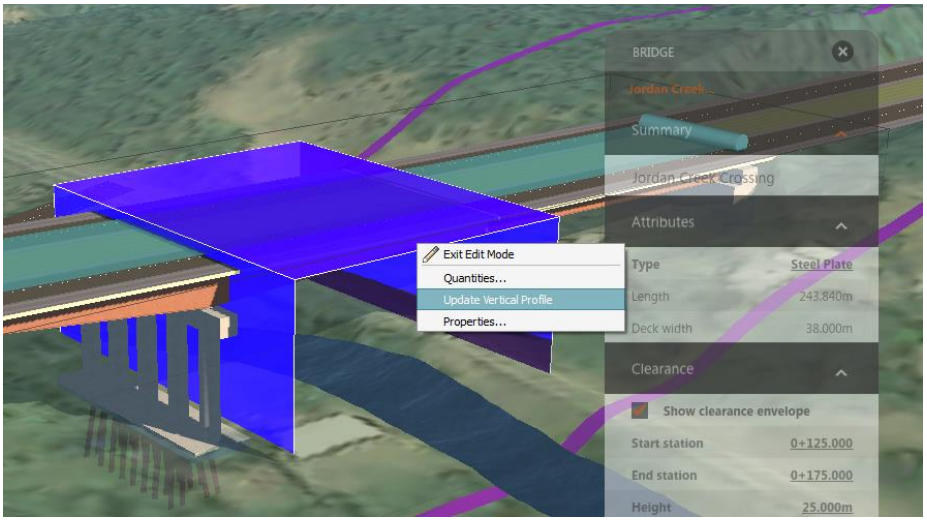
Disain lähtuvalt silla alusest ruumivajadusest

Eisalgse disaini juures on oluline arvestada ka asjaoludega, mis tagavad piisava vaba ruumi olemasolu silla all, olgu siis selleks tagamaks vee vaba liikumist, alt läbi mineva sõidutee laiust või hoopis sõidukite kõrgusest tulenevaid kriteeriume. *InfraWorks* tarkvarasse on sisse ehitatud funktsionaalsus, mis tagab vajaliku vaba ruumi olemasolu ning suudab ka automaatselt disaini muuta, et täita disaini kriteeriume. Seda saame määrata *Bridge* paleti *Clearance* sektsioonis. Me defineerime vaba ruumi vajaduse *3D* kujundiga.



Start Station – vaba ruumi defineeriva kujundi algustahk; *End Station* – vaba ruumi defineeriva kujundi lõpptahk; *Height* – kujundi põhjast kujundi ülemise tasapinnani. Seda mõõdetakse 3D kujunudi mahtu jääva osa kõrgemaist maapinna punktist või *Base Elevation* sättest mõõdetuna; *Base Elevation* – maapinna asemele saad sisestada siia alternatiivse väärtuse, mida kasutatakse. Juhul kui see väärtus on 0, siis ühtlasit tähendab see seda, et soovid kasutada maapinna kõrgusmärki; *Skew* – kujunudi nurk, mida mõõdetakse vastupäeva rist sillaga, mis kulgeb paremalt vasakule. Sa ei saa sisestada negatiivset väärtust, seega kui soovid määrata nurka teisele poole telge, kasuta 360-le ligilähedasemat väärtust.

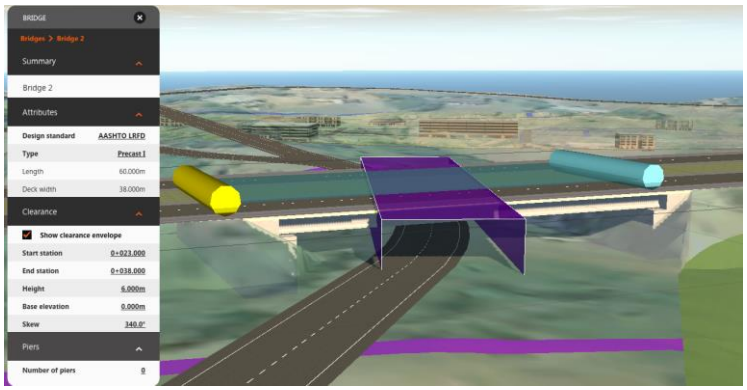
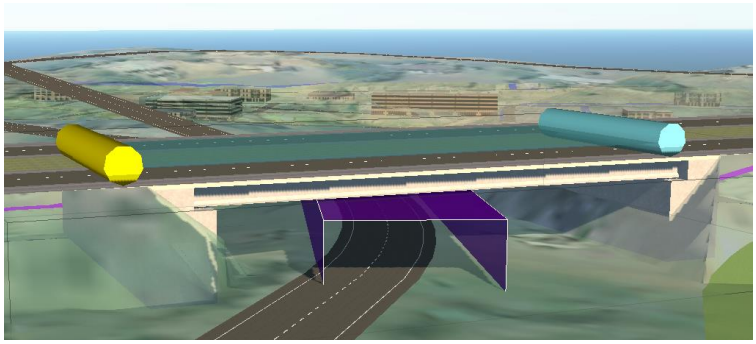
Juhul kui *Show clearance envelope* on sisse lülitatud, kuvatakse vastavat kujundit ka mudelil. Näiteks kui on probleeme horisontaalse vahemaa tagamisega, siis saad muuta sillapostide vahekauguseid. Kui on aga vertikaalne probleem, saad muuta sõidutee profiili aga ka lisada näiteks rohkem talasid, et sellega vähendada tala ristlõiget. Lisaks saad vertikaalse probleemi korral kasutada paremat klikki ning valida *Update Vertical Profile*. Kui seda käsku kasutad, siis *InfraWorks* redigeerib sõidutee profiili nii, et ei olek vastuolu vaba ruumi tagamisega.



Tööleht – Silla disain lähtuvalt vaba ruumi vajadusest

Antud iseseisva töö eesmärk on silda disainiga lähtuvalt vaba ruumi kriteeriumitest.

1) Ava projekt *BD02/02 Bimsville Bridges.sqlite.*
2) Vali ettepanek: *Utility Bar > Proposal > Ex_2_7*.
3) Vali *Utility Bar > Bookmarks > Madison Road Crossing*.Vaade keskendub alale, kus *Bimsville Bypass* ületab olemasolevat sõiduteed. Siia on vaja lisada sild ning see peab olema piisavalt kõrgel, et tagada alt ka traktoreid vedava treileri läbipääs tööstusparki.
4) Vali *Bimsville Bypass* sõidutee. Parem klikk ning vali *Edit*.
5) Parem klikk ning vali *Add Bridge*.
6) Sisesta *Start Station* = **1235** ning vajutades *Tab* klahvi kaks korda, sisesta *Length* = **60** ning vajuta *Enter*. Peale mõningast pausi luuakse sild, ehkki sillatugi paikneb keset alumist sõiduteed.
7) *Bridge* paletil sisesta *Number of Piers = 0*.
8) *Bridge* paletil vali kastike *Show Clearance Envelope*. Kuvatakse lilla karp vahetult silla all. Traktoreid vedava treileri kõrgus on 4 m. Samas sina lisad ka turvalisuse aspekti ning sisestad kõrguseks 6 m.
9) *Bridge* paletil, *Clearance* sektsioonis:
    - *Start Station* = **23**.
    - *End Station* = **38**.
    - *Height* = **6.**
    - *Skew* = **340**.



10) Parem klikk silla peal ning vali *Update Vertical Profile*.
11) Mõne aja pärast uuendatakse sõidutee profiili nii, et vaba ruum oleks silla all tagatud. Seega on ka sild ümber disainitud. Lõpp-tulemus on näha ka ettepanekus *Ex_2_7_End*.